

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 1 1 月 1 1 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 3 2 7 9 5 0

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号
The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

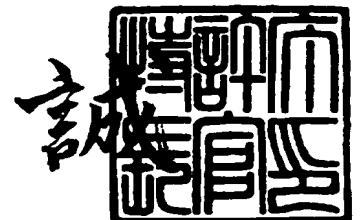
J P 2 0 0 4 - 3 2 7 9 5 0

出 願 人
Applicant(s): 住友電気工業株式会社

2 0 0 5 年 1 2 月 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

中 嶋



【官 規 則】 付 訂 願
【整理番号】 104Y0445
【提出日】 平成16年11月11日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G02B 6/44
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内
 【氏名】 横川 知行
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内
 【氏名】 笹岡 英資
【特許出願人】
 【識別番号】 000002130
 【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100088155
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 長谷川 芳樹
【選任した代理人】
 【識別番号】 100092657
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 寺崎 史朗
【選任した代理人】
 【識別番号】 100110582
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 柴田 昌聰
 【電話番号】 03-3564-8001
 【連絡先】 担当
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 014708
 【納付金額】 16,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0308433

【請求項 1】

プラスチック製もしくは金属製のチューブ内に 1 本以上の光ファイバ心線が収納された光ケーブルであって、前記光ファイバ心線の波長 $1.31\ \mu\text{m}$ におけるモードフィールド径 A が $8.6 \pm 0.4\ \mu\text{m}$ の範囲内にあり、前記光ファイバ心線のファイバカットオフ波長を $B\ \mu\text{m}$ とした時に、 A/B が 6.3 以上 7.0 以下であることを特徴とする光ケーブル。

【請求項 2】

A/B が 6.3 以上 6.8 以下であることを特徴とする請求項 1 記載の光ケーブル。

【請求項 3】

プラスチック製もしくは金属製のチューブ内に 1 本以上の光ファイバ心線が収納された光ケーブルであって、 $1550\ \text{nm}$ における直径 $20\ \phi$ の曲げ損失が $3\ \text{dB}/\text{m}$ 以下であることを特徴とする光ケーブル。

【請求項 4】

曲げ損失が $1.5\ \text{dB}/\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 3 記載の光ケーブル。

【請求項 5】

前記チューブに対する前記光ファイバ心線の余長比率が 0 % より大きく 0.10 % 以下であることを特徴とする請求項 1 または 3 に記載の光ケーブル。

【請求項 6】

前記チューブに対する前記光ファイバ心線の余長比率が -0.03% 以上で 0 % より小さいことを特徴とする請求項 1 または 3 に記載の光ケーブル。

【請求項 7】

前記チューブの内部における前記光ファイバ心線の占有率が 20 % 以上 75 % 以下であることを特徴とする請求項 1 または 3 に記載の光ケーブル。

【請求項 8】

前記光ファイバ心線の最小曲率半径が $15\ \text{mm}$ 以上 $100\ \text{mm}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 または 3 に記載の光ケーブル。

【請求項 9】

前記チューブの内部に複数本の光ファイバ心線が収納されており、前記複数本の光ファイバ心線が互いに撚り合わされている、ことを特徴とする請求項 1 または 3 に記載の光ケーブル。

【請求項 10】

複数本の光ファイバ心線が 1 枚もしくは複数枚のリボンファイバで収納されていることを特徴とする請求項 9 記載の光ケーブル。

【請求項 11】

前記チューブの内部に複数本の光ファイバ心線が収納されており、前記複数本の光ファイバ心線が複数の群に区分けされ、各群の光ファイバ心線が着色糸で束ねられている、ことを特徴とする請求項 1 または 3 に記載の光ケーブル。

【請求項 12】

ケーブル外径を D とし、前記光ファイバ心線の総本数を N としたときに、比 (D/N) が $0.15\ \text{mm}$ 以下である、ことを特徴とする請求項 1 または 3 に記載の光ケーブル。

【請求項 13】

前記チューブの厚みが $0.2\ \text{mm}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 または 3 に記載の光ケーブル。

【請求項 14】

前記中心抗張力体の周りの前記チューブの撚りのピッチが $100\ \text{mm}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 または 3 に記載の光ケーブル。

【請求項 15】

前記中心抗張力体の周りの前記チューブの撚りの方向が長手方向の所定位置で反転しており、当該反転位置のピッチが $500\ \text{mm}$ 以下である、ことを特徴とする請求項 9 記載の光ケーブル。

【請求項 10】

単位長さ当たりのケーブル重量を W とし、前記光ファイバ心線の総本数を N としたときに、比 (W/N) が 0.7 kg/km 以下である、ことを特徴とする請求項 1 または 3 に記載の光ケーブル。

【請求項 17】

前記光ファイバ心線の波長 $1.31 \mu\text{m}$ における伝送損失が 0.31 dB/km 以下であり、前記光ファイバ心線の波長 $1.38 \mu\text{m}$ における伝送損失が 0.29 dB/km 以下であり、前記光ファイバ心線の波長 $1.55 \mu\text{m}$ における伝送損失が 0.18 dB/km 以下である、ことを特徴とする請求項 1 または 3 に記載の光ケーブル。

【請求項 18】

温度範囲 $-40^\circ\text{C} \sim +70^\circ\text{C}$ の温度サイクル試験中及び試験後の前記光ファイバ心線の波長 $1.55 \mu\text{m}$ における伝送損失の増加が 0.05 dB/km 以下であることを特徴とする請求項 1 または 3 に記載の光ケーブル。

【請求項 19】

水素濃度 1 % 雰囲気中に 4 日間に亘って置き、水素分子を除去した後の前記光ファイバ心線の波長 $1.38 \mu\text{m}$ における伝送損失の増加が 0.05 dB/km 以下であることを特徴とする請求項 1 または 3 に記載の光ケーブル。

【請求項 20】

吸収線量 1000 Gy/hr の γ 線を 1 時間に亘って照射した後の前記光ファイバ心線の波長 $1.55 \mu\text{m}$ における伝送損失の増加が 2 dB/km 以下であることを特徴とする請求項 1 または 3 に記載の光ケーブル。

【請求項 21】

Telecordia GR-20 Section 6.5 に規定される各種機械試験方法に拠る試験中および試験後の前記光ファイバ心線の波長 $1.55 \mu\text{m}$ における伝送損失の増加が 0.05 dB 以下であることを特徴とする請求項 1 または 3 に記載の光ケーブル。

【請求項 22】

長手方向の 500 mm の範囲に亘って前記外皮を除去したときに取り出せる前記光ファイバ心線の長さが 20 mm 以上であることを特徴とする請求項 1 または 3 に記載の光ケーブル。

【請求項 23】

IEC 60794-3 の Section 5.5 及び Annex A に規定される試験方法に拠る前記光ファイバ心線の PMD_Q が $0.05 \text{ ps/km}^{1/2}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 または 3 に記載の光ケーブル。

【請求項 24】

曲げ剛性が $5000 \text{ kg} \cdot \text{mm}^2$ 以上 $15000 \text{ kg} \cdot \text{mm}^2$ 以下であることを特徴とする請求項 1 または 3 に記載の光ケーブル。

【請求項 25】

前記外皮の動摩擦係数が 0.30 以下であることを特徴とする請求項 1 または 3 に記載の光ケーブル。

【請求項 26】

信号光を伝送する光伝送路として請求項 1 または 3 に記載の光ケーブルを備えることを特徴とする光伝送システム。

【請求項 27】

20 m/min 以上の圧送速度で管路内に請求項 1 または 3 に記載の光ケーブルを圧送して敷設することを特徴とする圧送方法。

【発明の名称】 光ケーブル

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数本の光ファイバ心線が束ねられて構成される光ケーブルに関するものである。

【背景技術】

【0002】

複数本の光ファイバ心線が束ねられた光ケーブルとして、テープスロット型やルースチューブ型などの種々の構造のものが知られている（非特許文献1参照）。テープスロット型の光ケーブルは、複数の光ファイバ心線の収納効率の点で優れているものの、製造中または使用中に光ファイバ心線に曲げが生じ易く、マイクロベンドロスが大きくなりがちである。一方、ルースチューブ型の光ケーブルは、テープスロット型の光ケーブルと比較すると、マイクロベンドロス増加の問題が小さい。

【非特許文献1】 Gunther Mahike, et al., "Fiber Optic Cables, Fundamentals Cable Design System Planning", 4th revised and enlarged edition, 2001, Publis MCD Corporation Publishing

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、ルースチューブ型の光ケーブルは、光ファイバ心線の収納効率の点で劣る。ルースチューブ型の光ケーブルであっても、収容する光ファイバ心線の本数を維持したままケーブル外径を小さくすることで、光ファイバ心線の収納効率を改善することも考えられる。ところが、その場合には、光ファイバ心線の伝送損失が増加するという問題が生じる。

【0004】

本発明は、上記問題点を解消する為になされたものであり、光ファイバ心線の損失増加を抑制しつつケーブル外径を小さくすることができ或いは光ファイバ心線収納効率を改善することができる光ケーブルを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明に係る光ケーブルは、中心抗張力体の周りに複数本のチューブが撚り合わされて外皮で被覆され、複数本のチューブそれぞれの内部に1本以上の光ファイバ心線が収納された光ケーブルであって、光ファイバ心線の波長 $1.31\mu\text{m}$ におけるモードフィールド径 A が $8.6 \pm 0.4\mu\text{m}$ の範囲内にあり、光ファイバ心線のファイバカットオフ波長を $B\mu\text{m}$ としたときに、 A/B が6.3以上7.0以下であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、光ファイバ心線の損失増加を抑制しつつケーブル外径を小さくすることができ或いは光ファイバ心線収納効率を改善することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

以下、添付図面を参照して、本発明を実施するための最良の形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0008】

図1は、本実施形態に係る光ケーブル10を光伝送路として備える光伝送システム1の概略構成図である。この図に示される光伝送システム1は、光ケーブル10、光送信器201～20N および 光受信器301～30N を備える。光ケーブル10は、N本（Nは2以上の整数）の光ファイバ心線111～11Nが束ねられたものである。光ケーブル10の一端側に光送信器201～20K および 光受信器30K+1～30N が設けら

れ、また、光ファイバ心線11の他端側に光送信器20_nと光受信器30_nとが設けられている。光送信器20_nと光受信器30_nとは光ファイバ心線11_nにより接続されていて、光送信器20_nから送出された信号光は光ファイバ心線11_nにより伝送され光受信器30_nに到達して受信される。

【0009】

図2は、本実施形態に係る光ケーブル10の断面図である。この光ケーブル10は、ルースチューブ型の構造を有していて、6本のチューブ12₁～12₆が中心抗張力体13の周りに撚り合わされ、これらが押さえ巻14および外皮15で被覆されている。各チューブ12の内部には1本以上の光ファイバ心線11が収納されている。各光ファイバ心線11は、波長1.31μmにおけるモードフィールド径Aが8.6±0.4μmの範囲内にあり、ファイバカットオフ波長をBμmとした時に、A/Bが6.3以上7.0以下である。また、A/Bが6.3以上6.8以下であるのが好適である。或いは、光ケーブル10は、波長1550nmにおける直径20φの曲げ損失が3dB/m以下であり、好適には曲げ損失が1.5dB/m以下である。例えば、モードフィールド径は8.53μmであり、ファイバカットオフ波長は1.30μmであり、A/Bは6.56であり、また、20φでの迄損失は1.0dB/mである。このように構成される光ケーブル10は、光ファイバ心線11の損失増加を抑制しつつ、ケーブル外径Dを小さくすることができ、或いは、光ファイバ心線収納効率を改善することができる。

【0010】

好適には以下のとおりである。各光ファイバ心線11は、波長1.31μmにおける伝送損失が0.31dB/km以下であり、波長1.38μmにおける伝送損失が0.29dB/km以下であり、波長1.55μmにおける伝送損失が0.18dB/km以下であるのが好ましい。各光ファイバ11は、温度範囲-40℃～+70℃の温度サイクル試験の後において、波長1.55μmにおける伝送損失の増加が0.05dB/km以下であるのが好ましい。各光ファイバ11は、水素濃度1%雰囲気中に4日間に亘って置き、水素分子を除去した後において、波長1.38μmにおける伝送損失の増加が0.05dB/km以下であるのが好ましい。各光ファイバ心線11は、吸収線量1000Gy/hrのγ線を1時間に亘って照射した後において、波長1.55μmにおける伝送損失の増加が2dB/km以下であるのが好ましい。

【0011】

各チューブ12の厚みは0.2mm以下であるのが好ましい。また、外皮15の動摩擦係数は0.30以下であるのが好ましい。

【0012】

各チューブ12の内部における光ファイバ心線11の占有率は20%以上75%以下であるのが好ましい。ここで、光ファイバ心線11の占有率は、「光ファイバ心線11断面積×心数/チューブ12内面積」で定義される。なお、光ファイバ心線11の占有率が20%より小さいと、光ケーブル10の外径Dが大きくなる。また、光ファイバ心線11の占有率が75%より大きいと、伝送損失が大きくなり、特にケーブル化に因る損失増加が大きい。

【0013】

光ケーブル10の外径をDとし、光ケーブル10に収納される光ファイバ心線11の総本数をNとしたときに、比(D/N)が0.15mm以下であるのが好ましい。なお、この比(D/N)が0.15mmより大きいと、光ケーブル10の外径Dが大きくなる。

【0014】

図3および図4それぞれは、本実施形態に係る光ケーブル10の側面図である。これらの図では、長手方向の一定範囲に亘って外皮15および押さえ巻14が除去された様子が示されている。図4では特にチューブ12₆の撚りが解かれている様子が示されている。

【0015】

図3に示されるように、6本のチューブ12₁～12₆は、中心抗張力体13の周りに撚り合わされている。中心抗張力体13の周りの各チューブ12の撚りのピッチは、10

500mm以下であるのが好ましい。また、中心抗張力体13の周りの各チューブ12の燃りの方向は長手方向の所定位置Pで反転しているのが好ましい。なお、中心抗張力体13の周りの各チューブ12の燃りピッチが100mmより大きいと、温度特性や機械特性が劣化する。

【0016】

図4に示されるように、長手方向の500mmの範囲 L_1 に亘って外皮15および押さえ巻14を除去したときに、取り出せるチューブ12および内部の光ファイバ心線11の長さ L_2 が20mm以上であるのが好ましい。この為には、中心抗張力体13の周りの各チューブ12の燃りの方向は長手方向の所定位置Pで反転して、当該反転位置Pのピッチが500mm以下であるのが好ましい。このようにすることにより、除去する外皮15および押さえ巻14の長手方向の範囲が500mm以下で、分岐に必要な長さの光ファイバ心線11を取り出すことができる。

【0017】

図5は、本実施形態に係る光ケーブル10の各チューブ12の内部に収納される光ファイバ心線の側面図である。この図では、長手方向の一定範囲に亘ってチューブ12が除去された様子が示されている。この図に示されるように、各チューブ12の内部に数本の光ファイバ心線11が収納されており、これら複数本の光ファイバ心線12が互いに燃り合わされているのであるのが好ましい。複数本の光ファイバ心線12の燃りの方向は、長手方向の所定位置で反転しているのも好ましい。また、複数本の光ファイバ心線11が複数の群に区分けされ、各群の光ファイバ心線11が着色糸で束ねられているのが好ましい。

【0018】

また、チューブ12に対する光ファイバ心線11の余長比率が0%以上0.10%以下であるのが好ましい。ここで、光ファイバ心線11の余長比率は、「 $100\% \times (\text{光ファイバ心線長} - \text{チューブ長}) / \text{チューブ長}$ 」で定義される。なお、この余長比率が0%より小さいと高温（例えば70℃以上）で伝送損失が大きくなり、余長比率が0.10%より大きいと低温（例えば-40℃以下）で伝送損失が大きくなる。

【0019】

一方、最低気温が-50℃や-60℃に達するような極寒冷地でケーブルを使用する場合は、初期状態の余長比率が-0.03%以上0%以下の張り側にしておくのが望ましい。

【0020】

光ケーブル10を直線状のものとしたときであっても、チューブ12の燃り及び光ファイバ心線11に付与した余長や燃りに因り光ファイバ心線11に曲げが生じる。このときの各光ファイバ心線11の最小曲率半径は15mm以上100mm以下であるのが好ましい。

【0021】

以上のように構成される光ケーブル10は、以下のような構成または特性を有するのが更に好適である。光ケーブル10の単位長さ当たりのケーブル重量をWとし、光ケーブル10に収納される光ファイバ心線11の総本数をNとしたときに、比 (W/N) は0.7kg/km以下であるのが好ましい。Telecordia GR-20 Section 6.5に規定される各種機械試験方法に拠る試験を行ったときに、その試験中および試験後の光ファイバ心線11の波長 $1.55\mu\text{m}$ における伝送損失の増加は0.05dB以下であるのが好ましい。IEC 60794-3のSection 5.5及びAnnex Aに規定される試験方法に拠る光ファイバ心線のPMD α は $0.05\text{ps}/\text{km}^{1/2}$ 以下であるのが好ましい。

【0022】

また、光ケーブル10の曲げ剛性は $5000\text{kg}\cdot\text{mm}^2$ 以上 $15000\text{kg}\cdot\text{mm}^2$ 以下であるのが好ましい。なお、光ケーブル10の曲げ剛性が $5000\text{kg}\cdot\text{mm}^2$ より小さいと、管路内に光ケーブル10を圧送して敷設しようとするときに、管路の途中で光ケーブル10が停まってしまい、光ケーブル10を敷設することができない。一方、光ケーブル10の曲げ剛性が $15000\text{kg}\cdot\text{mm}^2$ より大きいと、管路内に光ケーブル10

を圧送して敷設しようとするときに、複雑な管路を光ケーブル１０が通過することができず、やはり、光ケーブル１０を敷設することができない。同様に、ケーブル外被材料の動摩擦係数は０．３０以下が望ましい。このように管路内に光ケーブル１０を圧送して敷設する場合には、敷設時間や人件費を考慮して圧送速度は２０ｍ／ｍｉｎ以上であるのが好ましい。

【実施例】

【００２３】

次に、上記実施形態に係る光ケーブル１０のより具体的な実施例について説明する。実施例の光ケーブル１０では、各光ファイバ心線１１の外径は０．２５ｍｍであり、各チューブ１２の内径は１．２ｍｍであり、各チューブ１２および中心抗張力体１３それぞれの外径は１．５ｍｍであり、ケーブル外径Ｄは６．７ｍｍであった。各チューブ１２の内部には１２本の光ファイバ心線１１が収納されていて、光ケーブル１０に収納される光ファイバ心線１１の総本数Ｎは７２であった。６本のチューブ１２は中心抗張力体１３の周りに撚り合わされていて、その撚りピッチは７０ｍｍであり、その撚りの方向は長手方向の所定位置で反転して、当該反転位置のピッチは４２０ｍｍであった。各チューブ１２はポリブチレンテレフタレートからなり、外皮１５はポリエチレンからなるものであった。単位長さ当たりのケーブル重量は４２ｋｇ／ｋｍであった。

【００２４】

各光ファイバ心線１１は、コア径が７．９μｍであり、比屈折率差が０．３９％であり、コア領域が純石英ガラスからなり、クラッド領域がＦ添加石英ガラスからなるもので、以下の諸特性を有していた。波長１３１０ｎｍにおけるモードフィールド径Ａは８．５３μｍであり、ファイバカットオフ波長Ｂは１．２３０μｍであり、Ａ／Ｂは６．９３であり、零分散波長は１．３１８μｍであった。波長１３１０ｎｍにおける伝送損失は０．２８９ｄＢ／ｋｍ以下であり、波長１３８３ｎｍにおける伝送損失は０．２４７ｄＢ／ｋｍ以下であり、波長１５５０ｎｍにおける伝送損失は０．１７４ｄＢ／ｋｍ以下である波長１５５０ｎｍにおいて、直径２０ｍｍでの曲げ損失は１．８ｄＢ／ｍであり、波長分散は１５．０ｐｓ／ｎｍ／ｋｍであり、分散スロープは０．０５４ｐｓ／ｎｍ^２／ｋｍであり、ＲＤＳ（＝分散スロープ／波長分散）は０．００３６／ｎｍであった。零分散波長における分散スロープは０．０７９ｐｓ／ｎｍ^２／ｋｍであった。偏波モード分散は０．０３ｐｓ／ｋｍ^{１／２}であった。

【００２５】

図６は、実施例で用いた光ファイバ心線１１の曲げ損失特性を示すグラフである。また、図７は、実施例で用いた光ファイバ心線１１の伝送損失特性を示すグラフである。これらの図には比較例としてＩＴＵ-T G.652.Dの規格に準拠する光ファイバの特性が破線で示されている。これらの図から判るように、比較例の光ファイバと比較して、実施例で用いた光ファイバ心線１１は、曲げ損失特性および伝送損失特性の何れにおいても優れている。他のケーブル構造として、ルースチューブをケーブル中心に配置し、周囲に抗張力体や介在を配したセンターコア型の光ケーブルにも適用できる。

【００２６】

以上のような実施例の光ケーブル１０を製造して、この光ケーブル１０について種々の試験を行った。

【００２７】

図８は、ケーブル化の前後の光ファイバ心線１１の伝送損失の変化を示すグラフである。この図から判るように、ケーブル化に因る光ファイバ心線１１の伝送損失の増加は認められなかった。

【００２８】

ケーブル長１ｋｍの光ケーブル１０について温度範囲－４０℃～＋７０℃の温度サイクル試験を行った。図９は、温度サイクル試験における光ファイバ心線１１の波長１５５０ｎｍでの伝送損失の変化を示すグラフである。この図から判るように、光ファイバ心線１

1の波長1550nmにおける伝送損失の増加は最大0.01dB/Kmに留まることが確かめられ、光ケーブル10が良好な温度特性を有することが確認できた。

【0029】

また、Telecordia GR-20に規定される試験方法に拠る各種機械試験を行った。ケーブル長5.5mの光ケーブル10を張力1100nmで引張試験を行ったところ、伝送損失の増加は0.01dB以下であった。ケーブル長1mの光ケーブル10の一端を固定し他端を負荷44Nで±90°の捻れを5回与える試験を行ったところ、伝送損失の増加は0.01dB以下であった。ケーブル長5mの光ケーブル10に対し曲げ直径160mmで360°の曲げを25回与える試験を行ったところ、伝送損失の増加は0.01dB以下であった。光ケーブル10の長手方向の100mmの範囲に側圧（初期2200N、長期1100N）を与える試験を行ったところ、伝送損失の増加は0.03dB以下であった。また、高さ1mの位置から物体を落下させて光ケーブル10にエネルギー5Jの衝撃を与える試験を行ったところ、伝送損失の増加は0.01dB以下であった。このように、Telecordia GR-20に規定される何れの試験においても、光ケーブル10の伝送損失の増加が許容値より小さいことが確かめられ、光ケーブル10が良好な機械特性を有することが確認できた。

【0030】

このように、実施例のものを含め本実施形態に係る光ファイバ10は、従来の72心のものと比較すると、これと同等の特性を有しつつ、ケーブル径については4割減となり、ケーブル断面積については略1/3となっており、細径化を達成することができる。或いは、本実施形態に係る光ファイバ10は、従来のものと比較すると、これと同等の特性を有しつつ、光ファイバ心線収納効率を改善することができる。また、本実施形態に係る光ケーブル10は、細径化に伴う軽量性および可撓性を活かして、マイクロダクト圧送用のケーブルとして使用するのに好適なものである。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本実施形態に係る光ケーブル10を光伝送路として備える光伝送システム1の概略構成図である。

【図2】本実施形態に係る光ケーブル10の断面図である。

【図3】本実施形態に係る光ケーブル10の側面図である。

【図4】本実施形態に係る光ケーブル10の側面図である。

【図5】本実施形態に係る光ケーブル10の各チューブ12の内部に収納される光ファイバ心線の側面図である。

【図6】実施例で用いた光ファイバ心線11の曲げ損失特性を示すグラフである。

【図7】実施例で用いた光ファイバ心線11の伝送損失特性を示すグラフである。

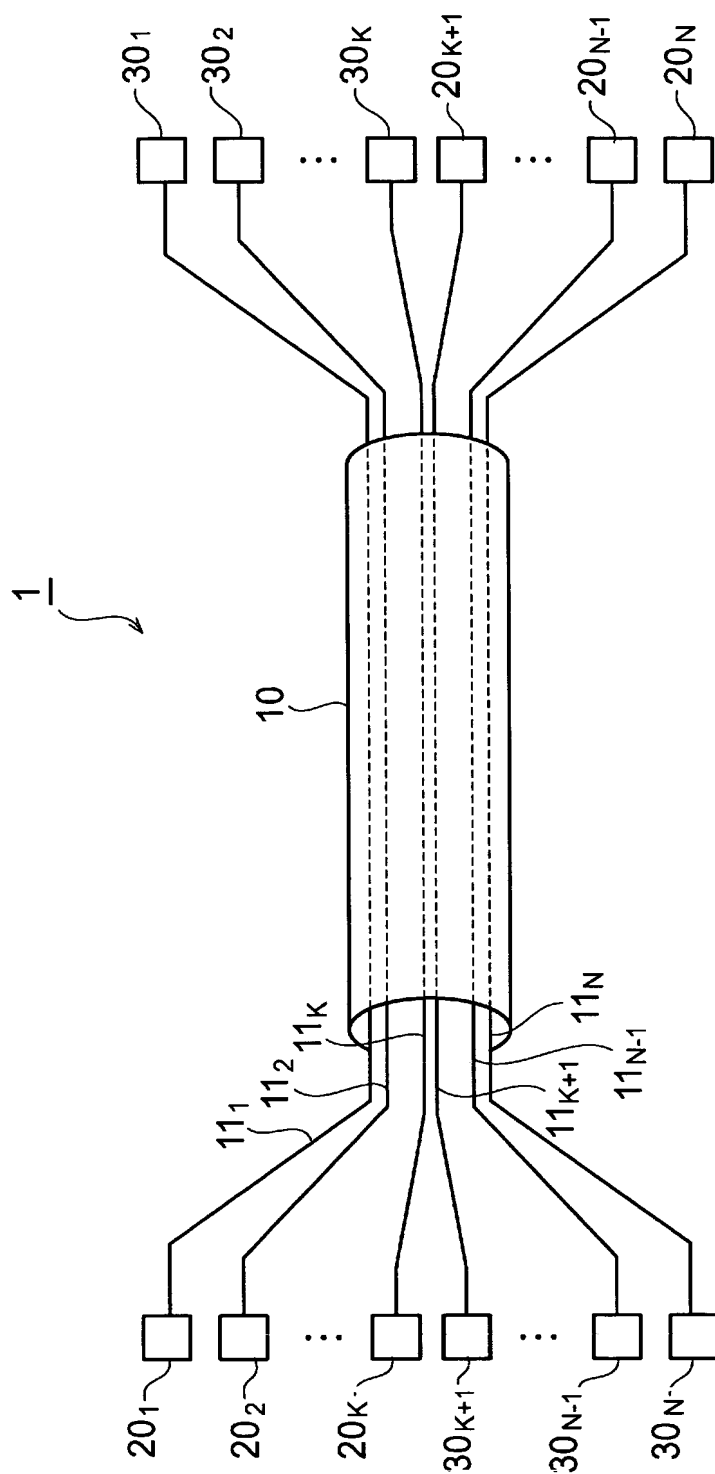
【図8】ケーブル化の前後の光ファイバ心線11の伝送損失の変化を示すグラフである。

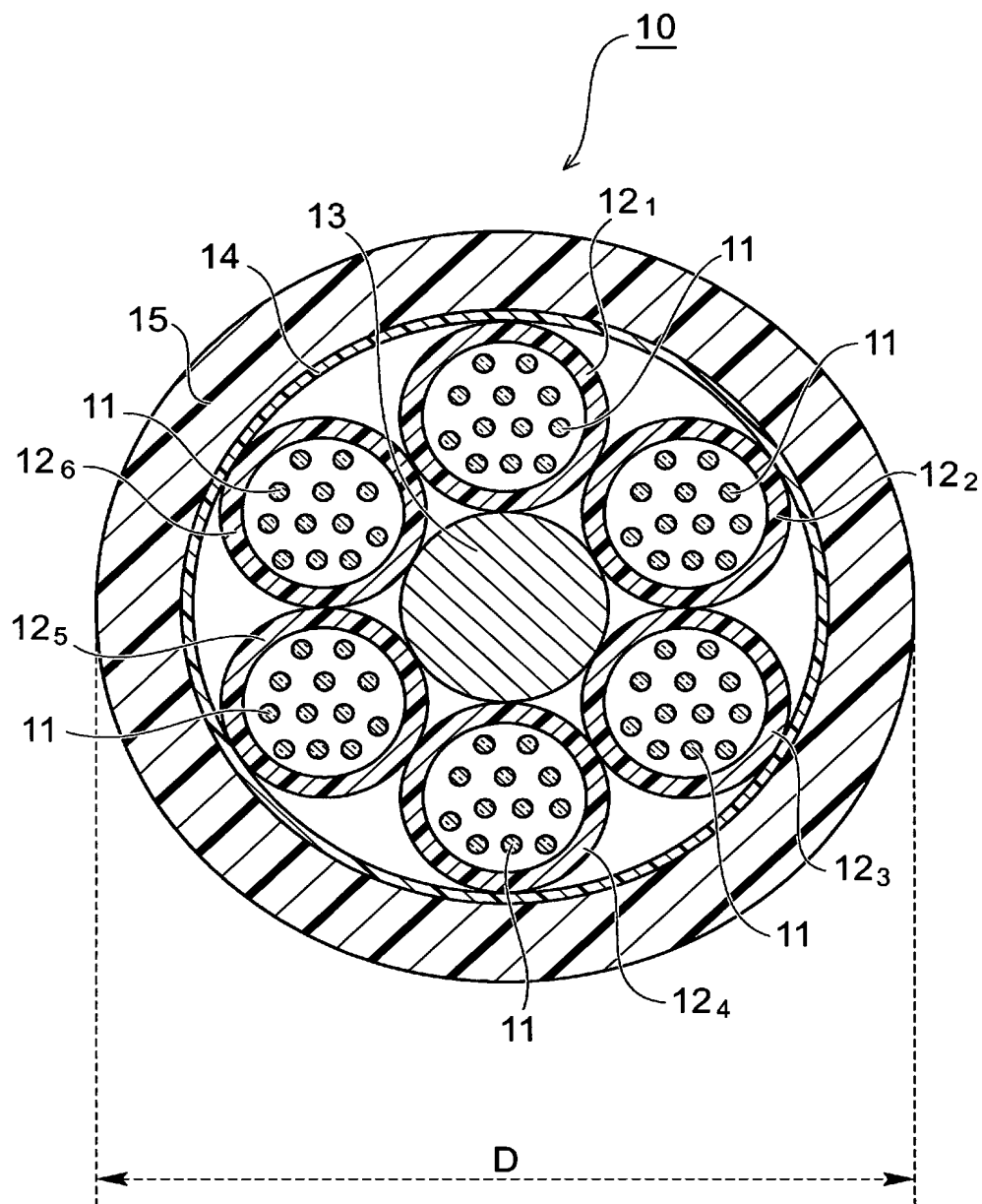
【図9】温度サイクル試験における光ファイバ心線11の波長1550nmでの伝送損失の変化を示すグラフである。

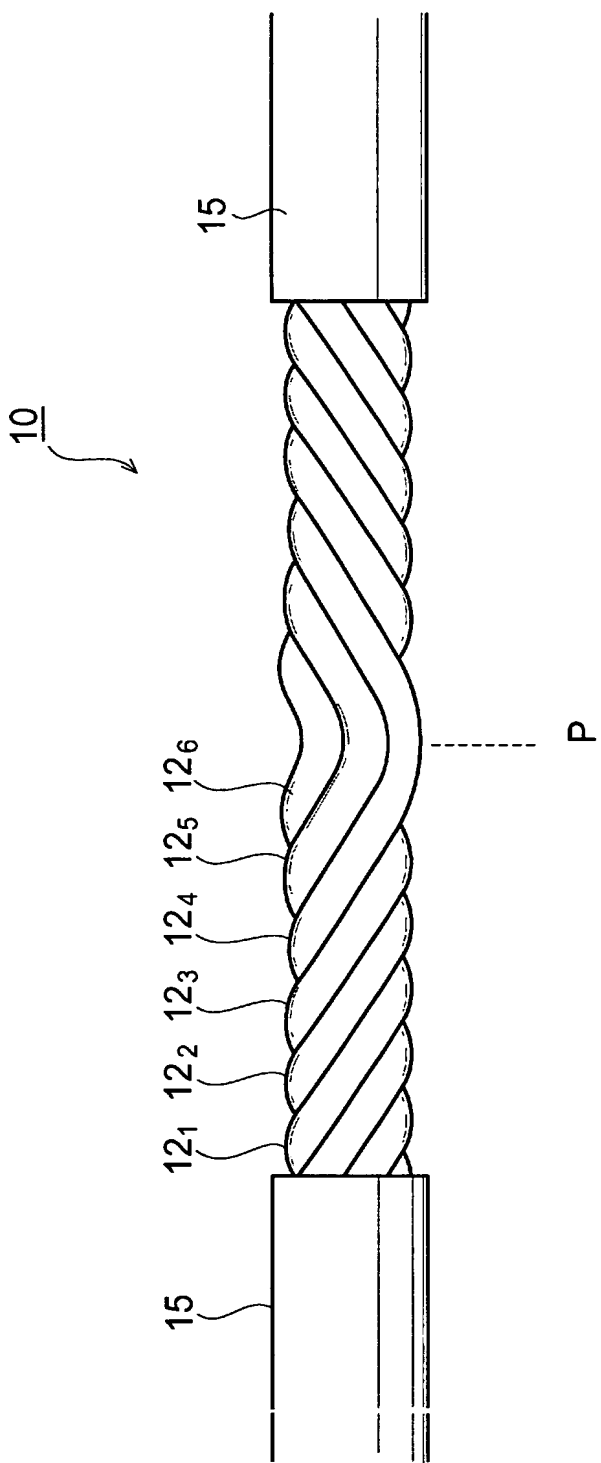
【符号の説明】

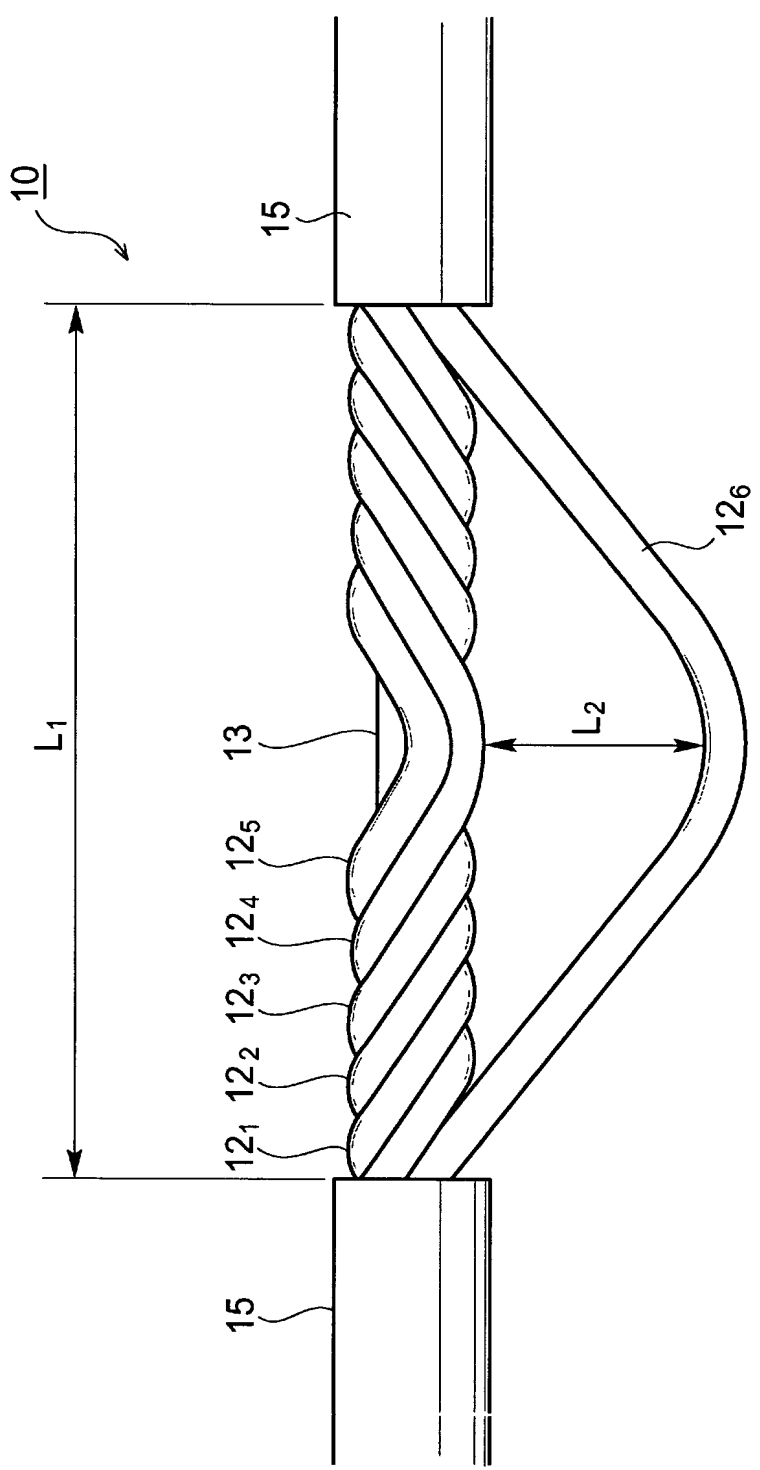
【0032】

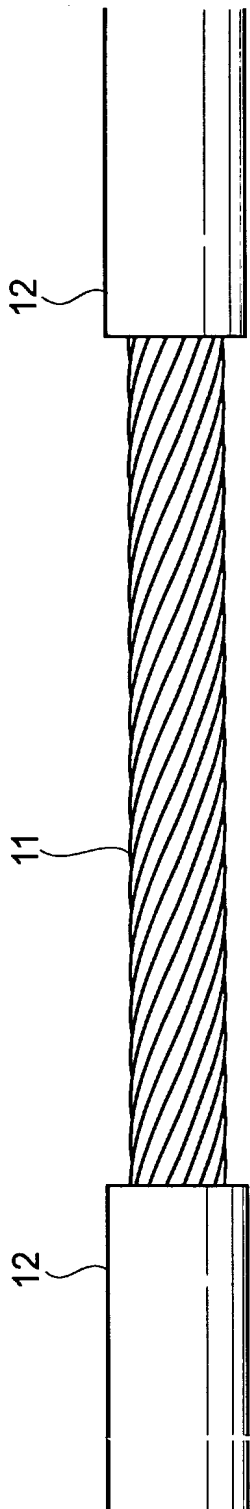
1…光伝送システム、10…光ケーブル、11…光ファイバ心線、12…チューブ、13…中心抗張力体、14…押さえ巻、15…外皮、20…光送信器、30…光受信器。

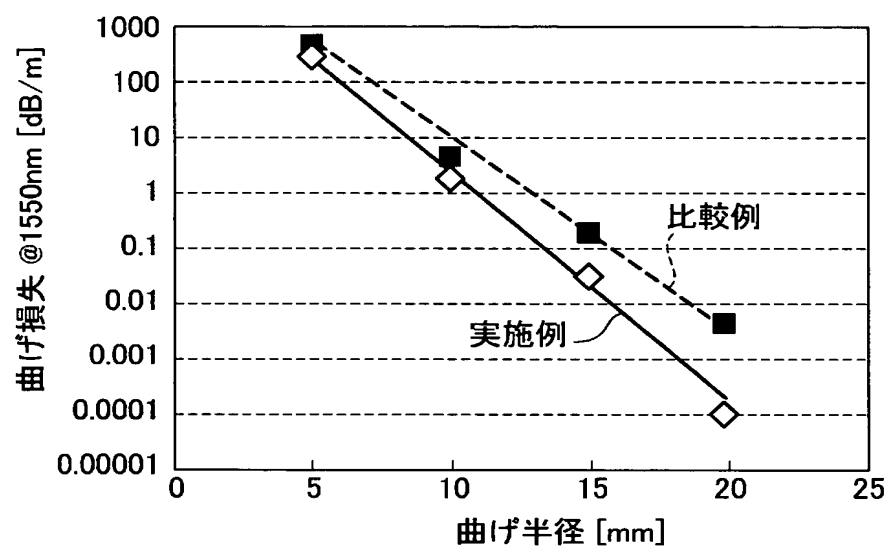


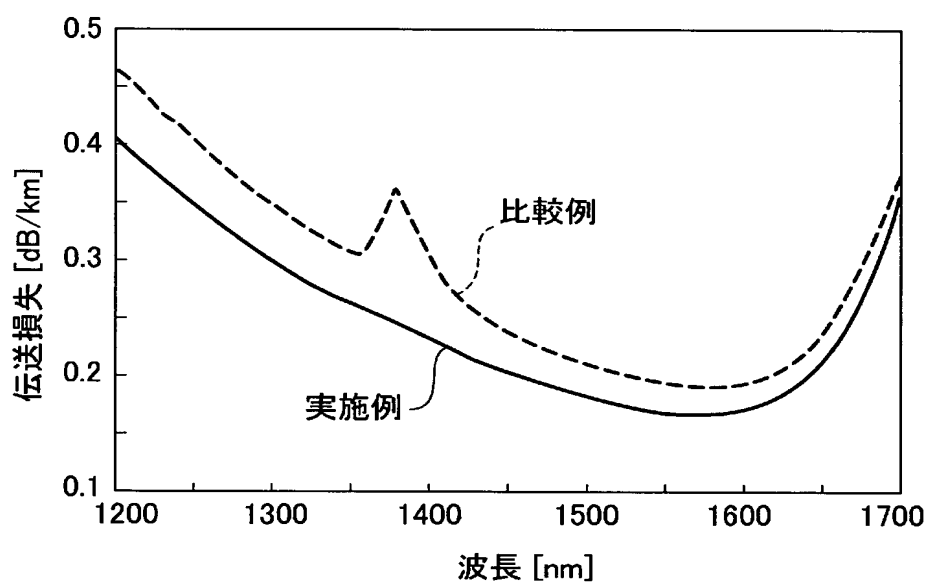


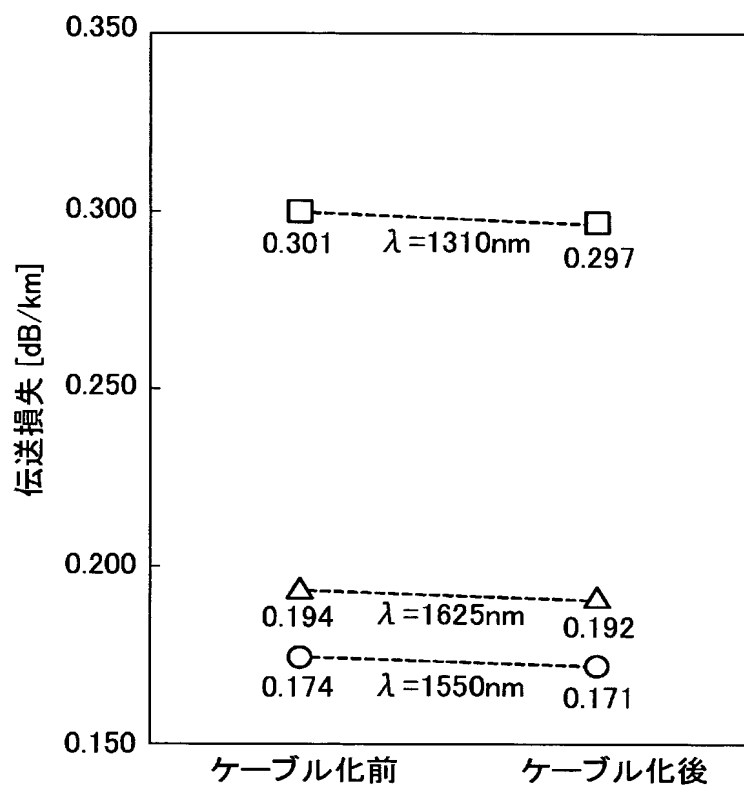


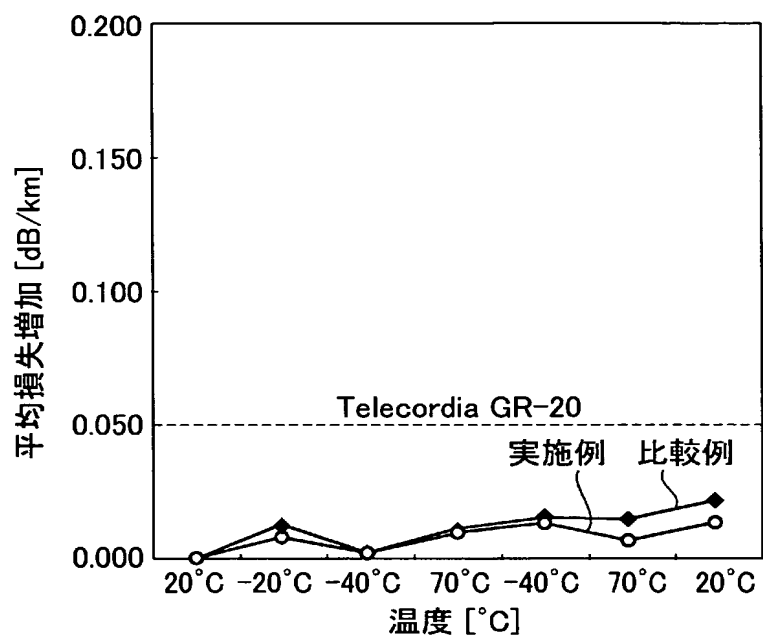












【要約】

【課題】 光ファイバ心線の損失増加を抑制しつつケーブル外径を小さくすることができ
或いは光ファイバ心線収納効率を改善することができる光ケーブルを提供する。

【解決手段】 光ケーブル 10 は、ルースチューブ型の構造を有していて、6本のチュー
ブ 12₁～12₆が中心抗張力体 13の周りに撚り合わされ、これらが押さえ巻 14 およ
び外皮 15 で被覆されている。各チューブ 12 の内部には 1 本以上の光ファイバ心線 11
が収納されている。各光ファイバ心線 11 は、波長 1.31 μm におけるモードフィー
ルド径が 8.6 ± 0.4 μm の範囲内にあり、ファイバカットオフ波長を B μm とした時に、
A/B が 6.3 以上 7.0 以下である。

【選択図】 図 2

0 0 0 0 0 2 1 3 0

19900829

新規登録

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
住友電気工業株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.